Aus dem Zahnärztlichen Institut der Universität Breslau
Direktor: Professor Dr. Euler.

Beiträge zur Entstehung der Wurzelkrümmungen.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung

der Würde eines Doktors der Zahnheilkunde

bei der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Breslau

vorgelegt von

Zahnarzt Kurt Philippsberg.

BRESLAU 1930.

Gedruckt mit Genehmigung der Hohen Medizinischen Fakultät
der Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität
zu Breslau.

I. Berichterstatter: Prof. Dr. W. Meyer
II. Berichterstatter: Prof. Dr. Euler.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

A. Kurze Übersicht der verschiedenen Krümmungstheorien, die als sicher widerlegt oder mindestens sehr beschränkt gelten können.

Die Frage nach der Ursache der Wurzelkrümmungen ist in der Literatur erst verhältnismäßig spät behandelt worden. Nachdem aber diese Frage erst einmal angeschnitten war, währte es nicht lange, daß bald die verschiedensten Theorien aufgestellt wurden. Die meisten können heute als widerlegt gelten, während wir bei einer kritischen Betrachtung nur ganz wenigen eine Berechtigung anerkennen können. Dennoch aber gibt es noch eine große Anzahl von Fällen, die sich weder mit dieser noch mit jener Ansicht erklären lassen, bei denen wir also eingestehen müssen, heute noch keine eindeutige Erklärung zu kennen.

Schröder teilt in seiner Arbeit „zur Entstehung der Zahnwurzelformen" die Theorien, die heute als widerlegt gelten können, in drei Gruppen, je nachdem die Krümmungen zu Folgen von statischen und mechanischen Einflüssen, von Wachstumsvorgängen im Kieferknochen oder vom Zahndurchbruch gemacht werden. Vertreter der I. Gruppe sind Walkhoff, Walsgott und Kampf.

Nach Walkhoff ist die Ursache für die Bildung des Wurzelmerkmales in der Einstellung des Zahnes zur funktionellen Beanspruchung des Unterkiefers zu suchen. Die Wurzelbildung paßt sich möglichst den Gesetzen des geringsten Widerstandes an und die Wurzel folgt im Verlaufe ihres Wachstums der zentralen Achse im Unterkiefer. Diese Achse liegt innerhalb des Trajektoriums der rückwirkenden Festigkeit, welches vom Processus condyloideus aus durch den Unterkiefer verläuft. Dieses Trajektorium, von Walkhoff als Trajektorium bifidum bezeichnet, wird indirekt hervorgerufen durch die funktionell gestaltende Wirkung der Mm. masseter und pterigoideus internus. Es ist der Ausdruck des Rückstoßes des Unterkiefers in longitudinaler Richtung gegen das Gelenk durch die Muskeltätigkeit. An statisch nicht beanspruchter Stelle in der zentralen Achse des Trajektoriums für den direkten Rückstoß liegt die Arteria al-

veolaris inferior, welche durch ihren Verlauf damit gleichzeitig die geringste Belastungsstelle im Knochen anzeigt. Dieser zentralen Achse soll sich dann der Verlauf der Wurzel anpassen und somit das Wurzelmerkmal bedingen.

Hiergegen wäre einzuwenden, daß diese besonderen Verhältnisse des Unterkiefers keinen logischen Schluß auf die des Oberkiefers zulassen.

Bei Walsgott ist es die Arteria mandibularis, durch deren Einfluß die Krümmungen der Molarenwurzeln zustande kommen. Die Pulsation der Arterie setzt sich, wenn auch im abgeschwächten Maße, auf die Mark erfüllten Spongiosamaschen fort. Danach könnte man dann folgern, daß das Gewebe zwischen der oberen Wand des Kanales und den basalen Bezirken der Zahnkeime sich in einer, der Pulsation synchronen, mit dem Blutdruck an Intensität wechselnden, ständig oszillierenden Bewegung befinde. Walsgott nimmt an, daß die sich in unmittelbarer Nähe der Arterie entwickelnden, noch weichen Wurzeln das Bestreben haben, einem solchen ständigen Druck nachzugeben und nach der diesem Druck entgegengesetzten Richtung auszuweichen. Außer den unteren Molaren käme kein anderer Zahn für diese Erklärung des Wurzelmerkmales oder Wurzelkrümmung in Frage. Aber auch bei diesen gibt diese Vorstellung doch zu Bedenken Anlaß. Die Arterie liegt nicht direkt der Kanalwand an, sondern ist ringsum von einem dichten venösen Geflecht umgeben. Die Volumenänderung der Arterie wird hier von den Venen aufgefangen und kann sich infolgedessen nicht in dieser Weise auswirken.

Kampf errechnet auf Grund seiner Untersuchungen über die Druckverhältnisse in der Kieferdynamik für die Zähne des Oberkiefers, daß diese beim Kauakt nur in der Längsachse gedrückt seien, und für die Zähne des Unterkiefers, daß diese gedrückt und nach vorn gezogen seien. Dieser nach vorn gerichtete Zug entstamme einer Komponente des M. pterygoideus externus. Dieser parallel konstruiert er für den Unterkiefer eine Begrenzungszone, oberhalb derselben die Wurzeln grade, darunter abgebogen seien.

Abgesehen davon, daß die Krümmungen und diese konstruierten Linien nicht übereinstimmen, wäre auch hier das Geltungsbereich nur auf den einen Kiefer beschränkt.

Als Ursache für die Krümmungen der Wurzeln des Oberkiefers aber macht Kampf die Schräglage der Frontzähne verantwortlich.

Zu der 2. Gruppe, die also die Krümmungen auf Grund von Wachstumsdifferenzen innerhalb des Kieferknochens erklärt, gehören Sponer und Robinsohn.

Sponer trennt den Unterkiefer in den eigentlichen Kieferknochen von fester Struktur und Alveolarfortsatz. Letzterer weist bei seiner Entwicklung ein stärkeres Frontalwachstum auf als das Corpus mandibulae. Die Zahnkeime liegen zwar im Corpus. Mit ihrer Entwicklung gelangen sie in den Alveolarfortsatz und Krone und oberer Teil der Wurzel wird, da der Alveolarfortsatz nach seiner Ansicht ein stärkeres Frontalwachstum besitzt, nach vorn mitgenommen, während der untere Teil der Wurzel in der festen Compacta zurückgehalten wird. „Hieraus läßt sich, so schließt Sponer, die Distalkrümmung der Zahnwurzeln, die wegen ihres regelmäßigen Auftretens sogar als Merkmal zur Erkennung der Zähne herangezogen wird, zwanglos erklären." Schröder lehnt diese Ansicht aus folgenden Gründen ab:

1. Müßten die Wurzeln der Frontzähne des Oberkiefers auf Grund der Wachstumsdifferenz zwischen Alveolarfortsatz und Kieferkörper bei frontaler Wachstumstendenz des ersteren in toto palatinalwärts gekrümmt sein.

2. Kann man die biologische und entwicklungsgeschichtliche Einheit der Zähne und des Alveolarfortsatzes nicht in dieser Weise trennen, am allerwenigsten am unteren 3. Molaren, der eigentlich gar keinen Alveolarfortsatz hat, sondern direkt im Corpus mandibulae steht.

3. Lassen sich die Verhältnisse des Unterkiefers nicht auf die des Oberkiefers übertragen, da es hier keinen eigentlichen Kieferkörper gibt, vielmehr der Alveolarfortsatz beim Neugeborenen bis zur Orbita reicht, in den sich die Kieferhöhle entwickelt.

4. Weisen die unteren 3. Molaren die stärksten Krümmungen auf, bei denen aber wiederum die Wachstumsdifferenz die geringste sein müßte.

5. Sprechen die Krümmungen der unteren Schneidezähne für eine andere als die von Sponer angeführte Ursache; denn bei diesen müßte dann das Wurzelmerkmal lingual gerichtet sein.

Robinsohn erklärt die Krümmungen durch Seitenschub. Nach seiner Meinung vergrößert sich der Kiefer durch einen distalwärts gerichteten Seitenschub in dem unteren Teile des Alveolarfortsatzes. In diesem liegen die sich entwickelnden Wurzeln. Tritt nun in dieser Zeit außer dem normalen Kieferwachstum der distalwärts gerichtete Seitenschub auf, so wäre die Folge, daß die Wurzeln gekrümmt respektive geknickt würden. Dieses interstitielle Knochenwachstum ist aber vom allgemein histologischen Standpunkte abzulehnen, da die Betrachtung zeigt, daß sich der Kieferbogen durch buccale Apposition und linguale Resorption vergrößert.

Zur 3. Gruppe gehören die Erklärungen Gottliebs und Kellners. Nach ihrer Ansicht ist das Mühlreitersche Wurzelmerkmal eine Folge des Zahndurchbruchs.

Gottlieb sucht das Wurzelmerkmal durch die Mesialwanderung der Zähne zu erklären. Die Ursache der physiologischen Krümmung der Wurzelspitze nach distal ist die Verschiebung des durchbrechenden Zahnes in Bezug auf sein Keimgewebe, sodaß der Zahn dem Knochen gegenüber das sich verschiebende Objekt ist. Die Durchbruchsrichtung des Zahnes sei von einem bestimmten Zeitpunkt an gegen seine Achse nach vorn geneigt und als Folge hiervon ergebe sich ein Zurückbleiben des Keimgewebes der noch nicht entwickelten Wurzel gegenüber dem sich nach okklusal und mesial bewegenden, bereits fertigen Zahngewebe.

Kellner führt als Bestätigung dieser Theorie eine buccale Abweichung eines palatinal außerhalb der Zahnreihe durchgebrochenen Prämolaren an. Die Abweichung

beruhe nach Kellner ausschließlich in der veränderten Bewegungsrichtung des Zahnes nach palatinal.

Schröder lehnt diese Begründung ab, wie er überhaupt den Einfluß der Mesialwanderung der Zähne auf die Bildung des Wurzelmerkmales verneint, da die verschieden verlaufenden Achsen der oberen und unteren Molarenwurzeln diesem widersprächen.

Einen weiteren Grund zur Ablehnung möchte ich in dem Wurzelmerkmal der unteren Schneidezähne erblicken, bei denen ja eine Mesialwanderung kaum besteht, weiter in der Beobachtung, daß die Wurzeln von 2. Molaren, die durch frühzeitige Extraktion des ersten Molaren an dessen Stelle gerückt sind, keine stärkere Distalkrümmung aufweisen, obwohl dieser doch eine größere Mesialwanderung als für gewöhnlich ausgeführt hat.

B I. Die Krümmungen anerkannter Ursache.

1. Der Einfluß der Arterie.

Alle bisher angeführten Theorien haben ein Gemeinsames: Sie sind auf eine bestimmte Zahngruppe zugeschnitten und versagen, sobald sie auf eine andere übertragen werden sollen. Wenn damit auch nicht gesagt sein soll, daß notwendigerweise zwei oder mehr verschiedene Ursachen dasselbe Ergebnis haben können, so liegt doch nahe, zunächst einmal nach dem Gemeinsamen zu suchen, das in seiner Auswirkung dieselben Bilder erzeugt. Voraussetzung dabei ist zunächt einmal, daß die gerade Wurzel das Ideal darstellt, das wir als Wurzelform bei der Hauptbelastung des Zahnes errechnen.

Dieses Gemeinsame finden wir in den Ausführungen Schröders und Dolamores, die die Krümmungen der Zähne in dem Einfluß der Arteria dentalis auf die sich entwickelnde Wurzel gefunden zu haben glauben.

a. Entwicklung und Richtung der Arterie.

In der Begründung für seine Ansicht, daß das Wurzelmerkmal durch den Verlauf der Arteria dentalis hervorgerufen wird, bringt Schröder zunächst die Entwicklung

der Gefäße nach Roux sowie dessen aufgestellte Regeln über die Richtung der Äste der Gefäße. Die Anlage des Astes überhaupt ist bedingt durch den sich entwickelnden Zahn, einem Organ, welches auf Grund der vererbten Faktoren angelegt ist. Durch seine lebhafte Stoffwechsel- und Aufbautätigkeit ist es natürlich, das sich nach seinem Zentrum, der Pulpa, eine starke Gefäßentwicklung hinzieht. Die Richtung der Gefäßabzweigung paßt sich den haemodynamischen Kräften an, die die Richtung gemäß den von Roux aufgestellten Gesetzen zur Resultante aus Seitendruck und Stromgeschwindigkeit machen. Das Optimum für die Erleichterung der Funktion wird durch einen spitzen Abzweigwinkel erreicht. Die Lagebeziehung Zahnkeim, Arteria dentalis und verbindendes Blutgefäß entspricht etwa nebenstehendem Bild.

No 1

b. Entwicklung des Zahnes.

Daß nun der Verlauf der Wurzel nicht von Anfang an der Richtung der Arterie folgt, liegt daran, daß die Eintrittsstelle für dieselbe noch sehr groß und der Wurzelkanal sehr weit ist. Schröder schreibt dann weiter: Die Wurzel besteht in diesem Stadium aus einer dünnwandigen Dentinröhre, deren einseitige Öffnung in einem scharfen, zunächst noch unverkalkten Rand ausläuft. Während beim ausgewachsenen Zahn die engste Stelle des Kanals am Apex liegt, befindet sie sich hier etwas weiter nach der Krone zu. Die dünnsten Stellen des Dentins werden zuletzt gebildet, sodaß sich der Kanal nach seinem offenen Ende zu verbreitert. Je mehr der Substanz aufbauende Ring am offenen Wurzelende infolge der Wandverdickung sich mit zunehmender Verjüngung um die Gefäße zusammenzieht, um so mehr wird sich der formgestaltende Einfluß der Gefäße geltend machen. Hat die Annäherung eine gewisse Grenze der Entfernung überschritten, so

muß die aufbauende Tätigkeit des embryonalen Gewebes der Epithel(wurzel)scheide der Richtung des Gefäßes folgen, das längst in seiner Richtung festliegt. Der die Arterie aufnehmende untere Teil der Wurzel mit dem Foramen apicale ist nach der Arterie zu, also distalwärts gekrümmt zum mindestens ist das Foramen distal gerichtet. Die Bedeutung dieser Anpassung des Richtungverlaufes der Wurzel an dem Verlauf der Gefäße liegt in einer Erleichterung der Zirkulation. Das Wurzelmerkmal der Zähne ist eine funktionelle Anpassung an die haemodynamisch bedingte Richtung der den Zahn versorgenden Blutgefäße. Diese Erklärung der Entstehung des Mühlreiterschen Wurzelmerkmales hat zunächst im Vergleich zu den anderen Theorien den Vorzug, daß sie nicht auf eine kleine Zahngruppe beschränkt ist, vielmehr für alle Zähne geicher Maßen anwendbar ist. Weiter würde auch die palatinale Neigung oberer Molarenwurzeln dieselbe Erklärung zulassen, wenn wir berücksichtigen, daß das versorgende Gefäß in dieser Richtung verläuft. Eine weitere Bestätigung können wir auch in den Untersuchungen über die Wanderungen des Foramen apicale von Meyer finden. Da der Zahn innerhalb des Gebisses auch ohne jede pathologische Erscheinung eine geringe Mesialwanderung aufweist, so würde das Gefäß am Apex bald eine Knickung erfahren müssen. Zum Ausgleich hierfür verändert das Foramen durch Abbau von Dentin und kompensatorischen Anbau von Zement seine Lage, es wandert distalwärts.

c. Wurzelmerkmal.

Schröder unterscheidet Deviationen und Dislocation der Zahnachse. Zu letzterer rechnet er nur die Wurzelfrakturen, die analog den Knochenfrakturen mit einer dislocatio ad latus verheilt sind. Alle übrigen Krümmungen bringt er unter der Rubrik Deviation und teilt diese in Gruppen mit je 2 Unterabteilungen.

Zu der 1. Gruppe, den
gekrümmten Wurzelformen,
rechnet er Wurzelmerkmal
und Wurzelkrümmung.

Zu der 2. Gruppe, den
geknickten Wurzelformen
Wurzelknickung und
Infraktion.

Den Deviationen stellt er die Dislocation der Zahnachse gegenüber.

Dieser Einteilung legt er die localen Befunde an den Wurzeln zu Grunde, je nachdem ob nämlich nur die Wurzelspitze oder schon der frühere Verlauf der Wurzel abgebogen ist, weiter ob die Abbiegung allmählich oder plötzlich stattgefunden hat. Hierdurch ist Schröder gezwungen, die ersten 2 Gruppen von verschiedenem Gesichtspunkte unterzuteilen. Die Unterscheidung zwischen Wurzelmerkmal und Wurzelkrümmung ist gradueller Natur, während der Unterschied zwischen Wurzelknickung und Infraktion aetiologisch begründet ist. Nach seiner Ansicht ist die primäre Ursache für Wurzelmerkmal, Wurzelkrümmung und Wurzelknickung der Verlauf der Arteria dentalis und der Unterschied nur gradueller Art. „Hierfür sprechen auch die Übergangsformen, bei denen man durchaus im Zweifel sein kann, ob der Zahn dieser oder jener Gruppe zuzurechnen ist." Folgen wir seinen Ausführungen, führen aber die Einteilung aetiologisch durch, so würden Wurzelmerkmal, Wurzelkrümmung und Wurzelknickung die eine Gruppe bilden, der eine zweite gegenübersteht zu der

Infraktion und verheilte Wurzelfraktur

gehören würden.

Die Ursache für die 1. Gruppe wäre immer der Verlauf des Blutgefäßes, je nachdem dieses auf dem Wege von seiner Abzweigung nach dem zu versorgendem Organ, hier also der sich entwickelnde Zahn, [illegible], oder durch Raummangel oder anderes Hindernis - Zahn, Kieferhöhle — behindert ist. Aus den obigen Ausführungen geht hervor, daß wir die Erklärung Schröders betr. Entstehung des Wurzelmerkmales als die wahrscheinlichste berechtigt anerkennen. Zugleich möchte ich aber betonen nur für das Wurzelmerkmal und füge die Definition des

Wurzelmerkmales nach Mühlreiter bei: „Es entsteht dadurch, daß die Längsachse des Zahnes, das ist die Verbindungslinie des Mittelpunktes der Schneide mit der Wurzelspitze (vorausgesetzt natürlich, daß die Wurzel keinen anomalen Krümmungen unterworfen ist), sich nicht senkrecht zur Schneide verhält, sondern von der Senkrechten beim rechten Zahn nach rechts, beim linken nach links abweicht, somit immer nach jener Seite hinfällt, zu welcher der betreffende Zahn gehört. Das Wurzelmerkmal definiert man gewöhnlich so, daß man sagt, die Wurzel sei gegen den Hinterzahn geneigt, und hin und wieder wird dasselbe auch noch dadurch besonders markiert, daß das Ende der Wurzel eine separate Biegung nach der angegebenen Richtung macht.

Das Wurzelmerkmal findet sich fast bei allen Zähnen, weniger stark ausgeprägt bei den Frontzähnen, bei denen es sogar bisweilen ganz fehlen kann, stärker bei den Prämolaren und Molaren, und zwar besonders den unteren Molaren".

Während der Abstand Canalis mandibularis Wurzelspitze bei dem 1. Molaren noch ziemlich groß ist, sodaß die Arteria dentalis leicht ansteigend verlaufen kann, verringert sich derselbe zum 2. und 3. Molaren ganz wesentlich, sodaß hier die Arterie eine stärkere Krümmung erfahren müßte, was wiederum ein stärker ausgeprägtes Wurzelmerkmal bedingen würde. Dieser Unterschied wird aber meistens durch die Lage der Zähne selbst ausgeglichen. Der 1. Molar steht fast senkrecht auf dem Kanal, während die Zahnachse des 2. und 3. Molaren distalwärts gerichtet ist. Die Arterie kann also fast denselben Bogen beschreiben wie bei dem 1. Molaren.

B I. 2. Der Einfluß des Traumas.

Wieweit ich aber den weiteren Ausführungen Schröders folge, auch für die Wurzelkrümmung und — Knickung, — den anomalen Krümmungen — als Ursache die Arterie respektive deren Verlauf anzuführen, will ich weiter unten näher zeigen. Zunächst möchte ich zu der 2. Gruppe von

Wurzelkrümmungen übergehen, über deren Entstehung heute kaum noch Zweifel bestehen.

a. Definition: Trauma.

Unter einem Trauma verstehen wir für gewöhnlich die Folgen einer mehr oder weniger plötzlich einsetzenden Gewalteinwirkung.

Daß wir als Ursache für Krümmungen nur die einmalige, plötzlich einsetzende Gewalteinwirkung im Gegensatz zu den sich beständig wiederholenden traumatischen Einflüssen annehmen können, möchte ich aus den Beobachtungen in dieser Richtung hin schließen.

b. Andere sich beständig wiederholende traumatischen Einflüsse.

Wenn auch, wie Williger sagt, diese geringfügigen, aber sich beständig wiederholenden traumatischen Einflüsse doch während der Länge der Zeit, gewissermaßen durch Summierung von schwerwiegender Bedeutung werden können und gerade am Zahnsystem wegen seines Baues und seiner Funktion zu beobachten sind, so kann man, wie groß auch die Veränderungen im Kieferknochen sein können, trotzdem keine größeren Abweichungen im Verlauf der Wurzel feststellen. Zu diesen sich beständig wiederholenden traumatischen Einflüssen wäre zu rechnen der ständige Druck, der von den Fingern während des Daumenlutschens ausgeübt wird, oder andere Unarten. Wie z. B. das Beißen auf die Unterlippe. Die Folgen sind oft Prognathie und im Unterkiefer eine starke Kippung der Zähne nach innen oder ein V förmiger Kiefer. Obwohl es nahe liegt, auch bei den Zähnen, respektive deren Wurzelverlauf, auf die doch in erster Linie diese dauernde Beanspruchung ausgeübt wird und erst durch diese auf das Skelettsystem übertragen wird, Veränderungen in Form von Abbiegungen und Kompressionen vorzufinden, so können wir keine Bestätigung diese Annahme finden.

c. Trauma und Zahn.

Stärke und Richtung des Traumas, Entwicklung des Zahnes.

So habe ich also nur das einmalige, starke Trauma zu berücksichtigen. Für die Folgen desselben ist zunächst die Schwere des Traumas, weiter aber auch seine Richtung von Wichtigkeit. Über den ersten Punkt, die Schwere, wäre nicht viel zu sagen. Das Trauma kann grade so stark sein, daß es zu keiner Schädigung der Hartgebilde, also des Zahnes und des Knochens, kommt, höchstens zu einer Reizung des Periodontiums. Der andere Grenzfall wäre die Fraktur des Zahnes und der Alveole, evtl. sogar des gesamten Kiefers.

Neben der Stärke des Traumas ist sicher auch die Richtung von Einfluß. Wirkt die Kraft senkrecht zur Schneidekante, parallel dem Wurzelverlauf auf den Zahn, so muß es zu einer Kompression, Stauchung, der noch nicht verkalkten Teile des Zahnes kommen. Dies wäre etwa bei dem seitlichen Schneidezahn der von Meyer erwähnten traumatischen Schädigung von Zahnkeimen der Fall.

Ich wählte absichtlich das Beispiel bei einem nicht verkalkten, respektive entwickeltem Zahne, da ich der Ansicht bin, daß in diesem Falle, d. h. also bei senkrechter Richtung des Traumas und bei völlig entwickeltem Zahne, Schädigungen der Wurzel kaum auftreten können (vergleiche auch die Methode des heute nicht mehr angewandten Redressement forcé).

Anders muß die Kraft wirken, wenn sie nicht parallel zum Wurzelverlauf sondern einen Winkel mit demselben bildend wirkt. Hierbei entstehen Hebelkräfte, die den Zahn im günstigsten Falle dislociieren, durch die es aber auch zur Fraktur kommen kann. Neben der Schwere und der Richtung des Traumas wäre als 3. nicht minder wichtiger Punkt die Entwicklung des Zahnes zu berücksichtigen. Die Fälle, in denen der noch ganz weiche Zahnkeim getroffen wird, gehören nicht hierher. Denn war das Trauma überhaupt stark genug, um Schaden anzurichten, so kommt

es zu keiner Wurzelbildung. Entweder wird der Keim nekrotisch und ausgestoßen, oder aber er bleibt unentwickelt im Kiefer liegen und es kann später eine Zyste, vielleicht ein Odontom oder sogar einmal ein Adamantinom daraus werden. Ist aber die Entwicklung bereits soweit fortgeschritten, daß die Krone völlig ausgebildet ist und das Wurzelwachstum bereits begonnen hat, so kommt es bei zur Zahnachse parallel wirkendem Trauma zur Stauchung und dadurch zum völligen Stillstand der Wurzelentwicklung, da dabei das tiefste Ende der Epithelscheide womöglich zerstört wird, von dem die Wurzelbildung ja veranlaßt wird. Trifft aber das Trauma den Zahn, mit der Zahnachse einen Winkel bildend, dann dürfte die Stelle, wo fertig ausgebildete Krone und Wurzel an die noch nicht verkalkte grenzt, der Punkt sein, an dem das Trauma sich auswirkt. Auf der einen Seite werden wir dann Kompression bis Abknickung vorfinden, auf der anderen Dehnung, evtl. sogar Riß, Infraktion.

Durch Variation dieser 3 Punkte können dann die verschiedensten Bilder entstehen, ein Umstand der den in der Literatur entstandenen Streit über die Bezeichnungen begünstigte.

d. **Folgen des Traumas.**

Tomes ist der erste, der Fälle dieser Art veröffentlichte und ihnen den Namen „Dilaceration of partially developed teeth from the formatice pulp" gab; er beschreibt hiermit alle Fälle von Wurzelknickungen, die durch ein Trauma auf den sich noch entwickelnden Zahn entstanden sind.

Nach Tomes befaßte sich Wedl mit den Krümmungen. Er ersetzt den Ausdruck Tomes „Dilaceration" durch „Knickung", da seiner Meinung nach nicht ein Trauma, sondern eine Bildungsanomalie zu Grunde liegt. Er gibt zwar zu, daß das histologische Bild durch die Knickung der Zahnbeinkanälchen für ein Trauma spräche, jedoch hält er Kallusbildung, die er nirgends nachweisen kann, für die Definition eines Traumas notwendig. Seiner Meinung nach ist nur Raumbeengung und der zeitiger durchbrochene

Antagonist, auf den nun der Zahn beim Durchbruch stößt, die alleinige Ursache.

Von Wunschheim dagegen faßt unter Knickung alle die Fälle zusammen, deren Wurzelachse nicht durch plötzlich einsetzende äußere Gewalteinwirkung, sondern durch Mangel an Raum und durch Druck seitens benachbarter Zähne abgelenkt ist, während er das Trauma als Ursache wohl gelten läßt und für diese die Bezeichnung Infraktion wählt. Zwischen Knickung und Infraktion kann nur die mikroskopische Untersuchung entscheiden. Diese zeigt an der Infraktionsstelle (4. Fall nach v. Wunschheim) die Zahnbeinkanälchen einen stark geschlängelten und gewundenen Lauf nehmen. Die Richtung der kronenwärts von der Infraktionsstelle gelegenen Zahnbeinkanälchen bildet mit der Richtung der wurzelwärts davon befindlichen einen pulpawärts sehenden Winkel von beinahe 90 Grad. An der labialen Seite schiebt sich an der Infraktionsstelle eine die ganze Dicke des Zahnbeines durchsetzende Lage unregelmäßig ausgebildeter Knochensubstanz zwischen das Zahnbein ein, die sich auch an der Wand des Pulpakanales noch eine Strecke weit wurzelwärts verfolgen läßt und mit dem Zahnbein durchwegs in einem innigen Zusammenhange steht.

Im Gegensatz zu den Infraktionen sind die Frakturen schon makroskopisch erkennbar. Hier sind die Querfrakturen am meisten vertreten, obwohl, wie man vielleicht annehmen sollte, Längs- und Splitterfrakturen keine ungünstigere Prognose besitzen als diese. Für die Heilung von Bedeutung ist die Lage der Fraktur, — je näher diese dem Foramen apicale liegt, desto günstiger, — das Alter des Patienten — wegen der regressiven Veränderungen in der Pulpa — und nicht zuletzt der Grad der Dislocation.

e. Heilungsverlauf.

Den Heilungsverlauf hat Dieck näher untersucht und beschrieben. Zunächst wird von Seiten des Periodontiums ein Kallus aus Knochengewebe gebildet und erst dann, wenn sich der Bruch sozusagen konsolidiert hat, beginn

eine neue Odontoplastenschicht mit der Bildung von Dentin, das sich aber durch unregelmäßigen Verlauf der Zahnbeinkanälchen histologisch leicht von dem normalen Dentin unterscheidet.

Während wir also sahen, daß für alle Krümmungen, soweit sie unter den Begriff Wurzelmerkmal fallen, der Einfluß der Arteria dentalis eine hinreichende Erklärung gibt, und daß für einen Teil der übrigen Wurzelkrümmungen, die meistens dem Frontzahngebiet entstammen, denn diese sind ja traumatischen Schädigungen infolge ihrer Lage am meisten ausgesetzt, — das histologische Bild uns fast mit Sicherheit die Ätiologie des abnormen Wurzelverlaufs angibt, so bleibt dennoch für den größeren Teil der Wurzelkrümmungen die Frage nach der Ursache offen.

B II. Die Krümmungen unbekannter oder zweifelhafter Ursachen.

1. Krümmungen, Folgen von Kräftewirkungen.

Die Frage nach der Ursache aber ist gleichbedeutend mit der Frage nach der Kraft, die diese Krümmungen bewirkt. Voraussetzung ist dabei zunächst, daß die Wurzel das Bestreben hat, ihren Verlauf gemäß der Zahnachse, also fast senkrecht zur Schneidekante oder Kaufläche zu nehmen, was wiederum, wie bereits oben erwähnt, die ideale Wurzelform für die Hauptbelastung des Zahnes darstellt. Dieser grade Verlauf ist bei der Entwicklung der Wurzel durch die beteiligten Gewebe bestimmt. Von Ebner sagt in der Entwicklung der Zahnpulpa und der Zahnwurzeln über den formbestimmenden Anteil der drei an der Entwicklung beteiligten Gewebe, dem Zahnsäckchen, der Wurzelscheide und dem Pulpawulst: Wie zuerst A. von Brunn nachwies, ist das Schmelzorgan formbestimmend für den ganzen Zahn, also auch für die Wurzeln. Das Schmelzorgan wächst nicht bloß, wie in älterer Zeit angenommen wurde, mit seinem Umschlagsrand so weit vor, als Schmelz gebildet wird, sondern als eine Scheide, welche aus dem äußeren und inneren Epithele des Schmelzorganes besteht, so weit als Dentin entwickelt wird und es wird

daher bei ein- und mehrwurzeligen Zähnen die ganze Wurzelbildung vorgezeichnet mit Ausnahme des kleinen Stückes der Wurzelspitze, das nur aus Zement besteht. Diese nicht Schmelz bildende Epithelscheide wird dann erst secundär vom Bindegewebe des Zahnsäckchens durchwachsen und verdrängt, nachdem bereits Dentin gebildet ist und nun erst durch Zementbildung substituiert.

Bei diesem Prozesse ist das Vorrücken der Epithelscheide das Primäre und die Differenzierung der Odontoplasten bleibt hinter dem Umschlagsrande der Epithelscheide zurück.

Freilich soll nicht verkannt werden, daß eine Anzahl Autoren hierüber anderer Ansicht ist. So schreibt z. B. Landsberger dem Zahnsäckchen den formbestimmenden Anteil für die Wurzel zu.

Doch ist dieser Streit hier bedeutungslos. Wir haben zunächst auf alle Fälle eine gerichtete Größe, die mit der Entwicklung der Wurzel an Stärke nachläßt, um kurz vor dem Apex gleich Null zu werden. Für das Vorhandensein dieser Größe spricht auch der Wurzelverlauf von pervers gelagerten Zähnen, der sobald sich die Wurzel unbehindert entwickeln kann, der geraden Fortsetzung des eigentlichen Schmelzgebildes entspricht (s. Abb. Nr. 5).

BII 2. Kraft: gegeben in der Durchbruchskraft (Durchbruchstheorien).

Neben dieser Größe finden wir aber noch eine zweite gleich gerichtete Kraft bei Berücksichtigung der Durchbruchstheorien der Zähne.

M. Eichler führt in dem Kapitel „Mechanismus des Durchbruchs der Zähne" in Scheff's Handbuch folgende drei Faktoren an, die den Zahn nach außen bewegen, bezw. seine Spitze der Kieferoberfläche nähern.

1. Wachsen des Dentinkeims (Pulpawachstum),
2. Höhenwachstum der Dentinhaube.
3. Knochenneubildung auf dem Boden der Alveole.

Alle anderen Theorien für die Ursachen der Dentition teilt er in zwei Gruppen, die wiederum in einzelne Unter-

abteilungen zerfallen. Die eine Hauptgruppe betitelt er die mechanischen Kräfte und teilt hier wieder in

1. im Zahn erzeugten Kräften (Wurzelwachstum) mit den Unterabteilungen,
   Wurzeldentinwachstum (Wedel usw.) und
   Wurzelpulpawachstum (Hunter usw.)
2. außerhalb des Zahn erzeugten Kräften:
   Granulationen auf dem Alveolenboden (Baume)
   Kontraktilität des Kieferknochens (Nessel)
   Muskeldruck (Berten)
   Kaudruck (Albrecht, Robin).

Der Vertreter der anderen Hauptgruppe ist Adloff. Dieser führt die Dentition auf die Wirkung von physiologischen Kräften zurück.

Diese verschiedensten Theorien haben gemeinsam eine Kraft, die den Zahn durchbrechen läßt. Diese setzt sich aus verschiedenen Komponenten zusammen, die wiederum in den einzelnen Entwicklungsstufen von verschiedener Größe sind, deren Resultante aber senkrecht zur Kaufläche oder Schneidekante, also parallel zur Zahnachse wirkt. Wirken nun diese Kräfte allein, tritt keine andere größere Kraft auf, so entwickelt sich die Wurzel ohne jede Krümmung (auch das Wurzelmerkmal wird durch eine anders gerichtete Kraft — der hämodynamischen hervorgerufen) während der Zahn normal durchbricht.

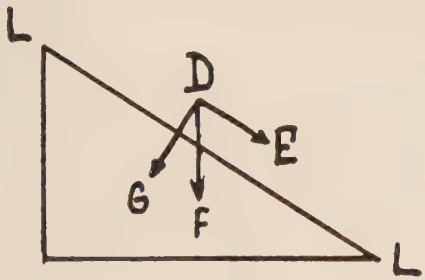
B II 3. Kraft und Widerstand.

Sobald nun aber eine dritte anders gerichtete Kraft auftritt, muß auch die Richtung dieser ersten Kraft geändert werden, was zugleich bedeuten würde, daß die Wurzel eine Krümmung erfährt.

Bei dieser dritten Kraft müssen wir zwei Arten unterscheiden. Die eine Gruppe bilden Kräfte, die zu der Durchbruchskraft respektive dem Wurzelwachstum einen Winkel bilden und sodann die weitere Wurzelrichtung zur Resultante von diesen beiden Kräften machen. Dies würde in der Mechanik dem Beispiel des Ruderbootes entsprechen, auf das erstens die Ruderkraft und zweitens die Strom-

richtung wirken und dessen Fahrtrichtung dann die Resultante aus diesen beiden Kräften ergibt.

Unter die zweite Gruppe fallen alle Widerstände, die sich innerhalb des Knochens dem Wurzelwachstum entgegenstellen. Zum Vergleich führe ich hier die Krümmung eines Nagels an, der beim Hineinschlagen in eine Wand auf einen festen Ziegel stößt. Auch hier wird die Ablenkung nun bei dem weiteren Wurzelwachstum in einer, den statisch mechanischen Gesetzen der Physik entsprechenden Richtung erfolgen. Hierzu müssen wir uns die Kräfte nach dem Kräfteparallelogramm zerlegen, am besten in Anwendung der schiefen Ebene, wobei diese den Widerstand, der der Wurzelentwicklung im Wege steht, darstellt.



No. 2.

D F ist eine Kraft, die auf die schiefe Ebene L trifft. D F wird nun in zwei Kräfte zerlegt, D E die parallel und D G die senkrecht zur schiefen Ebene wirkt. D F entspricht der Kraft, die der Zahn bei seiner Entwicklung hervorruft. D E gibt die Richtung an, in der die Ablenkung stattfindet, während D G egalisiert wird durch den Widerstand. Mit anderen Worten sehen wir also, daß die Kraft D F stets in Richtung des stumpfen Winkels abgelenkt wird.

Bevor ich nun auf die praktische Anwendung zur Erklärung einer Anzahl von Wurzelkrümmungen dieser mechanisch-statischen Gesetze übergehe, ist es noch notwendig, kurz auf den Zeitpunkt der Entstehung der Krümmungen einzugehen. Hierbei ergeben sich in großen Zügen folgende Gruppen.

1. Schon die Krone weist eine Krümmung auf.
2. Die Krümmung liegt in der oberen,
3. die Krümmung liegt in der unteren Wurzelhälfte, meist sogar im letzten Drittel.

BII. 4. Lagebestimmungen der Krümmungen, im Verhältnis zum Durchbruch der Zähne.

Die Entstehung der Krümmungen der ersten Gruppe fällt immer in eine Zeit, in der der Zahn bestimmt noch im Kiefer lag, ja man kann sogar noch weiter behaupten, meist wenn die Krone noch nicht völlig ausgebildet war. Die Ursache ist hier fast immer ein Trauma. Bei den Krümmungen der zweiten Gruppe ergeben sich folgende zwei Möglichkeiten. Die Entstehung fällt wie bei Gruppe 1 in eine Zeit, in der der Zahn noch nicht durchgebrochen war. Denn abgesehen von dem Krankheitsbild der Dysostosis-cleido-cranialis, auf das ich am Schluß meiner Arbeit an Hand einer Röntgenaufnahme noch einmal zu sprechen komme, und einigen ganz wenigen Fällen bricht der Zahn durch bei einer Wurzellänge von $^1/_3$ bis zur Hälfte seiner endgültigen Größe. Wedl sagt, daß die Kronen wenn sie das Niveau der Nachbarzähne erreicht haben, kaum erst die Hälfte ihrer definitiven Wurzellänge besitzen, während Eichler sogar angibt, daß bei beendetem Durchbruch des Zahnes die Wurzellänge erst ca. 5 mm betrage und bis zu ihrem endgültigen Abschluß noch ca. 10—15 mm wachsen müsse.

Die zweite Möglichkeit besteht nun, daß die Krümmung entstanden ist, nachdem der Zahn bereits durchgebrochen war, die Wurzel also schon eine größere Länge erreicht hatte. Da aber die Form dieses Wurzelabschnittes bereits durch Verkalkung festlag, kann nur äußere Krafteinwirkung eine Änderung herbeigeführt haben. Während für die Mehrzahl der ersten Möglichkeit ebenso wie für alle Fälle der anderen nur das Trauma als Ursache in Betracht kommt, kommen eine geringe Anzahl unter den gleichen Bedingungen zustande, die wir in der nächsten Gruppe vorfinden werden.

Für diese endlich können wir mit Sicherheit angeben, daß die Entstehung der Krümmung erst nach dem Durchbruch des Zahnes, meist nachdem dieser eine Zeit lang schon in Kaufunktion gestanden hatte, eintrat.

BII 5a Die Krümmung von Wurzeln normal durchgebrochener Zähne.

Wir kehren nunmehr zu dem Ausgangspunkt unserer Betrachtungen zurück. Wir sahen, daß die grade Wurzelrichtung durch die Anlage gegeben ist und die Durchbruchskraft dieser parallel, gleich gerichtet ist. Mit dem Wurzelwachstum kommt die Krone der Oberfläche immer näher, für gewöhnlich ohne auf ihrem Wege auf einen größeren Widerstand zu stoßen. Sobald nun der Zahn die Kauebene erreicht hat resp. auf den Antagonisten stößt, findet bie Durchbruchskraft ihr erstes Hindernis. Sie kann, da ja vom Antagonisten eine gleichgroße Kraft entgegenwirkt, sich nicht mehr nach dieser Richtung hin auswirken. Jetzt beginnt das eigentliche Tiefenwachstum der Wurzel, d. h. die Kraft wirkt jetzt in der umgekehrten, um 180 Grad gedrehten Richtung, dennoch aber bleibt auch jetzt noch die Wurzelrichtung unbeeinflußt. Erst mit dem weiteren Tiefenwachstum der Wurzel treten bei den einzelnen Zähnen verschiedene Kräfte und Widerstände (s. oben) auf. Diese finden wir für die Prämolaren und Molaren des Oberkiefers in der Kiefernhöhle. Schröder schreibt: Für die oberen Zähne ist überwiegend das Antrum die Ursache für das Auftreten von Wurzelkrümmungen. Der Grad in welchem die einzelnen Zähne daran beteiligt sind, hängt von der Verschiedenheit ihrer Lagebeziehungen vom Antrum ab. Der Abstand der Zähne vom Antrum besteht nach P. von Bonsdorff im Ausmaß von 0,5 mm und weniger beim

2. Molaren in 45,5%
1. Molaren in 30,4%
3. Molaren in 27,2%
2. Prämolaren in 19,7%
Eckzahn in 5,3%
1. Prämolaren in 0,0%

aller Fälle. Diese Zahlen werden gleichzeitig proportional, die Häufigkeit des Auftretens von Wurzelkrümmungen bei den einzelnen Zähnen angeben.

Sicher ist die Verschiedenheit der Lagebeziehungen zwischen Antrum nnd Wurzelspitze für das Auftreten von

Wurzelkrümmungen verantwortlich zu machen, jedoch halte ich es nicht für berechtigt, auf Grund der Entfernung Antrum — Apex Schlüsse bei abgeschlossenem Wurzelwachstum zu ziehen, die die Häufigkeit des Auftretens von Wurzelkrümmungen proportional dem Verhältnis des geringsten Abstandes der Zähne vom Antrum setzen. Ich möchte noch einmal bei abgeschlossenem Wurzelwachstum betonen. Die Angaben P. von Bonsdorffs über den Durchschnitt der geringsten Entfernungen Apex-Antrum sowie über das prozentuale Verhältnis der einzelnen Zähne mit Entfernungen von 0,5 mm und weniger halte ich deswegen nicht für beweiskräftig, weil bei diesen Angaben nicht das Alter des Schädels berücksichtigt wurde. Wir wissen aber, daß die Kieferhöhle in ständiger Ausdehnung begriffen ist. Dies geht sogar oft soweit, daß in einem Gebiß, in welchem der erste oder zweite Molar extrahiert ist, die beiden Nachbarzähne aber erhalten sind und auch der Abstand dieser Zähne gewahrt bleibt, sich die Kieferhöhle in diese Lücke bis nahe an den Alveolarrand erstreckt. Falsch wäre hier der Schluß, daß in diesem Falle die Kieferhöhle von vornherein tiefer als bei den Nachbarzähnen reichte oder aber daß die Zähne nur deswegen nicht zusammenrückten, weil die Kieferhöhle hindernd im Wege stand. Zunächst einmal müssen wir folgenden Unterschied uns vor Augen halten. Es ist nicht das gleiche, ob die Wurzeln bei ihrem Tiefenwachstum in die Nähe der Kieferhöhle rücken oder aber, ob die Kieferhöhle nach beendetem Wurzelwachstum bis an die Wurzelspitze vordringt. Anders wäre bestimmt nicht die Verschiedenheit der Bilder zu erklären, bei denen das eine Mal die Wurzelspitze ohne Knochenumhüllung eine Vorwölbung in dem Antrumboden erzeugt, das andere Mal die Wurzelspitze der Kieferhöhle durch scharfe Abbiegung ausweicht. Des Weiteren wäre zu untersuchen ob nicht bei den verschiedenen Bildern von Wurzelspreitzungen und Wurzelkrümmungen auch die topographische Lage Wurzel-Kieferhöhle resp. Kieferhöhlenwandung von einflußreicher Bedeutung wäre. Hiermit meine ich folgende Angaben P. von Bonsdorffs z. B. für den zweiten Molaren.

Bei einwurzligen:

Wurzel unter dem Sinusboden in 7 Fällen
Wurzel unter dem lateralen Teil in 1 Fall

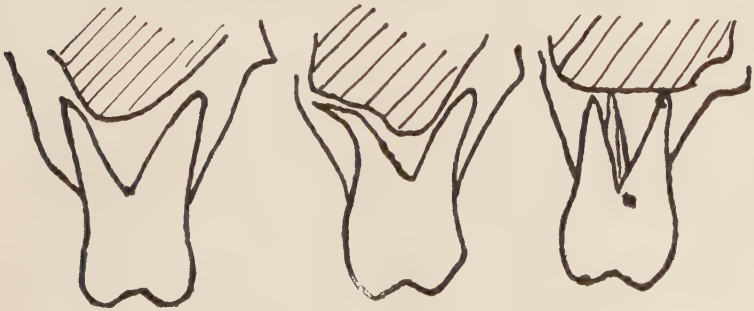
bei zweiwurzligen:

linguale Wurzel unter der nasalen Wand je 1 Fall
buccale Wurzel unter dem Boden des Sinus
beide unter dem medialen Teil, des Sinusboden 1 Fall
linguale Wurzel unter dem medialen Teil je 1 Fall
buccale Wurzel unter der Mitte des Sinusbodens
linguale Wurzel unter dem medialen Teil
buccale Wurzel unter dem lateralen Teil je 3 Fälle
beide Wurzeln mitten unter dem Sinusboden 2 Fälle
linguale Wurzel unter dem mittleren Teil
buccale Wurzel unter dem lateralen Teil je 1 Fall

bei dreiwurzligen:

linguale Wurzel unter dem Boden der Nasenhöhle 1 Fall
linguale Wurzel unter der nasalen Sinuswand 4 Fälle
linguale Wurzel unter dem medialen Teil des Sinusboden 9 Fälle
linguale Wurzel unter der Mitte des Bodens 7 Fälle
linguale Wurzel im lateralen Teil des Sinusboden 15 Fälle
alle drei Wurzeln unter dem mittleren Teil des Sinusboden 10 Fälle
buccale Wurzeln unter der hinteren Sinuswand 1 Fall
buccale Wurzeln unter dem Sinusboden 4 Fälle
buccale Wurzeln mitten unter dem Sinusboden 9 Fälle
buccale Wurzeln unter dem lateralen Teil 7 Fälle
buccale Wurzeln unter dem lateralen Teil des Sinusbodens und zwar so, daß dieser zwischen die Wurzeln eindringt 17 Fälle

Einige Möglichkeiten seien hier kurz skizziert.

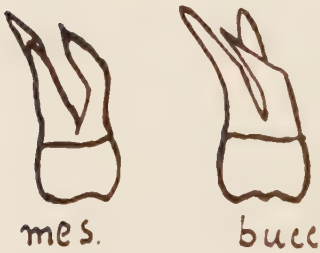


Nr. 3

Nur soviel möchte ich hiermit sagen, daß es für den Wurzelverlauf nicht gleichgültig ist, ob die sich noch entwickelnde Wurzel z. B. auf die nasale Sinuswand, den Sinusboden oder die hintere Sinuswand trifft, da dann bei der weiteren Wurzelentwicklung verschieden gerichtete Kräfte und dadurch bedingte Abbiegungen entstehen.

Von Wurzelkrümmungen des Oberkiefers dürfte wohl die typischste und prozentual am meisten vertreten die des Weißheitszahnes sein.

Nr. 4



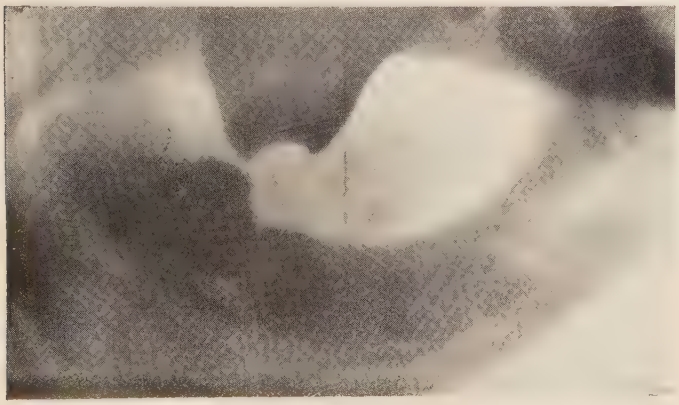
Nr. 4 a

Wir, sehen, daß das obere Drittel nach distal-buccal mehr oder weniger scharf abgebogen ist. Die Krümmung entsteht also, nachdem der Zahn bereits durchgebrochen ist. Während Schröder als Erklärung den Verlauf des Blutgefässes angibt, das durch Raummangel von Seiten der Kieferhöhle primär die Krümmung erfährt, der sich dann die Entwicklung der Wurzel anpaßt, führt Grünwald in „Deskriptiver und topographischer Anatomie der Nase und ihrer Nebenhöhlen" als Ursache für die Kammerung des Sinus, resp. dem Stehenbleiben einzelner Wände gerade die Anlage von Gefässen an, d. h. also die Kieferhöhle verdrängt nicht das Blutgefäß, vielmehr ist die Lage der Arterie so beständig, daß diese trotz der Pneumatisation be-

stehen bleibt und so zur Kammerung der Kieferhöhle beiträgt. Er schreibt, nachdem die Abkammerung für gewöhnlich als Ausdruck ungleichmäßigen Vorschreitens der Expansion anzusehen sei, wörtlich weiter:

In einzelnen Fällen verweisen in diesen verlaufenden Nerven und Gefäßzweigchen auf einen anderen Entwicklungsmechanismus: Partielle Hemmung der Pneumatisation oder sekundärer Wandeinwuchs, letzteres jedenfalls nur in sehr beschränktem Maße, da die Gefäß-Nervenanlage sehr früh die Pneumatisation dagegen sehr spät ihren Abschluß findet.

Weiter zeigt uns Abb. Nr. 5, daß bei pervers gelagerten Zähnen die Gefäße durch die Entwicklung der Wurzel sogar gezwungen werden, einen rückläufigen Verlauf zu



Nr. 5

nehmen, ohne die Wurzel in ihrer Richtung nennenswert zu beeinflussen. Bei der Patientin, von der die Aufnahme stammt, war klinisch ein zahnloser Unterkiefer vorhanden. Nur nahe dem aufsteigendem Aste war eine Stelle, die man im ersten Augenblick für einen Wurzelrest halten konnte, bei deren Sondierung man aber auf einen glasharten Widerstand stieß und so die Diagnose: retinierter Weißheitszahn stellte. Das Röntgenbild zeigte nun, daß diese Diagnose wohl richtig war, daß sich aber außerdem noch der zweite Molar und zweite Prämolar ebenfalls in

No 6.

Retention infolge Verlagerung befanden. Das Röntgenbild entspricht in vollem Umfange dem Operationsbefund. Durch die Lage des 3. resp. 2. Molaren und 2. Prämolaren müßten wir nun eigentlich wenn nicht sogar eine Wurzelkrümmung- oder Knickung so doch mindestens ein besonders stark ausgeprägtes Wurzelmerkmal finden (Abb. Nr. 6).

Diesem ist aber nicht so, vielmehr zeigen die Wurzeln einen fast geraden Verlauf in der normalen Richtung, das ist senkrecht zur Kaufläche. Nur das Foramen ist dem Mandibularkanal zugewandt. Ähnliche Bilder können wir des öfteren finden, auch die Literatur bringt Beispiele dieser Art, sodaß dieser Befund, wenn er auch in das Gebiet der Pathologie gehört, keine Ausnahme bildet.

Wir sehen also, daß wir der hänodynamischen Kraft, durch die wie oben gezeigt, wohl das Wurzelmerkmal hervorgerufen wird, keinesfalls stärkere Krümmungen und Knickungen zuschreiben dürfen.

a Der Einfluß der Kieferhöhle bei Weißheitszähnen.

Vergegenwärtigen wir uns jetzt zunächst einmal Entwicklung und Lage des oberen Weißheitszahnes. In Abb. 7 soll dies ungefähr bei einem 15—16 jährigem Menschen skizziert sein, wobei wir voraussetzen, daß der Zahn mit ca. 18 Jahren durchbricht. Die Ausdehnung der Kieferhöhle wird zu dieser Zeit nach 2 Richtungen hin erfolgen, erstens hinter den Zwölfjahrmolaren nach distal und zweitens palatinalwärts vom dritten Molaren. Der Weißheitszahn rückt nun allmählich in seine normale Lage. Die

Nr. 7

Wurzeln können, bis der Zahn völlig durchgebrochen ist, ohne jede Behinderung ihren normalen Verlauf in der Richtung der Zahnachse nehmen. Sobald er aber die Okklusionsstellung erreicht hat, beginnt das Tiefenwachstum der Wurzeln, die Wachstumskraft wirkt sich nach oben aus. Hier aber steht jetzt die Kieferhöhle hindernd oder als Gegenkraft im Wege. Gemäß den früheren Ausführungen müssen die Wurzeln nach distal und buccal abgelenkt werden. Für die Krümmungen dürfte es also von größerer Bedeutung sein, wie weit durch Pneumatisation die Kieferhöhle sich entwickelt hat und so die weitere Entwicklung der Wurzeln in Richtung der Zahnachse hinderte, als der Weg resp. die Drehung der Zähne während ihrer Entwicklung, was Schröder bei seiner Annahme, daß zunächst das Gefäß abgelenkt wird, für ausschlaggebend hält.

b Der Einfluß der Kieferhöhle bei ersten und zweiten Molaren.

Für den zweiten und ersten Molaren gelten ähnliche Bedingungen, nur daß hier dem Ausbreiten der Kieferhöhle insofern Grenzen gesetzt sind, da bei diesen Zähnen jeweils die Anlage des nächstfolgenden Zahnes der Ausbreitung der Kieferhöhle bestimmte Grenzen setzt. Hierfür kann aber die Lage der Wurzeln zu den Wänden resp. dem Boden des Antrums sehr verschieden sein. Auf diese Weise ließen sich auch Fälle, wie sie Schröder und Dolamore als Folgen des Verlaufs der Arterie anführen, erklären indem man annehmen kann, daß gerade über diesem Zahn eine Einbuchtung resp. Kammerung des Antrums vorlag und dadurch der Verlauf der Wurzeln gegenseitig reflektiert wurde. Vielleicht ist es angebracht, noch in wenigen Worten zu erklären, weshalb ich der Ansicht bin, daß die Wurzeln durch die Sinuswände abgelenkt werden, womit ich zugleich auf den obigen Satz, daß ein Unterschied besteht, ob die Zahnwurzel in die Nähe der Kieferhöhle wächst oder diese sich bis zum Apex ausbreitet, zu sprechen komme. Das Tiefenwachstum der Wurzel bedingt Resorptionsvorgänge im Knochen. Diese Resorption schreitet nun

aber nicht an allen Stellen gleichmäßig fort, vielmehr ist sie abhängig von der Art des Knochens, Spongiosa oder Kompakta, weiter ob dieser Knochen stark belastet zum Beispiel durch Muskelansätze oder unbelastet ist. So schreibt Grünwald über die Entstehung der Kieferhöhle: Diese (die Pneumatisation) kann dort wo gar keine Druckvorgänge auf der Oberfläche lasten, wie z. B. an der Kiefer- und Stirnhöhle des Menschen, in ganz gleichmäßiger Weise das Innere ergreifen, oder sie kann bei großer Oberflächenausdehnung und damit starker Belastung durch das Eigengewicht zu vielfacher, durch Stützbälkchen unterbrochener Zellbildung führen, wie das an der Stirn des Elefanten zu beobachten ist. Zwischenbilder und besonders Reste der Stützbalken in Form von mehr oder weniger unvollkommenen Scheidewänden finden sich vor. Der mächtigen Hebeldruckwirkung der Kiefer bei den stark prognathen Anthropoiden muß eine größe Stärke der unmittelbar über dem Oberkiefer liegenden Knochen begegnen und so sehen wir beim Orang die Stirn entweder ganz solid oder, wie auch beim Gorilla, die spärlichen oder auch größeren Hohlräume von starken Stützbalken oder multipler Spongiosierung durchzogen."

Aus welchem Grunde aber sind die Wände der Kieferhöhle belastet, stehen unter Druck? In der Kieferhöhle herrscht ein bestimmter Druck, der sogar von manchen Autoren durch manometrische Messungen bei der Einatmung etwas höher als der atmosphärische, bei der Ausatmung etwas geringer angegeben wird. Dieser Druck pflanzt sich nun notwendigerweise auch auf die Wände fort. Umgekehrt sehen wir aber auch, daß der Pneumatisation gewisse Grenzen gezogen sind. Die Wurzeln ragen bisweilen in die Kieferhöhle ohne Knochenbedeckung hinein. Aber auch dieses freie Wurzelende kann nicht beliebig groß werden, es hält sich immer in bestimmten Grenzen. Fragen wir hier nach der Ursache, warum die Wurzel, was theoretisch wohl möglich wäre, nicht etwa bis zur Hälfte in den Sinus hineinragt, so finden wir die Beantwortung dieser Frage in den Berechnungen über die Belastung der

Wurzel. Aus diesen geht hervor, daß die Hauptbelastung etwa in Höhe des letzten Drittels der Wurzel liegt, während die Wurzelspitze bes. bei horizontaler Beanspruchung fast unbelastet ist. Diese Belastung teilt sich nun auch dem Knochen mit, sodaß es erklärlich ist, daß der Knochen um die Wurzelspitze wohl resorbiert werden kann, d. h. die Kieferhöhle sich um die Wurzelspitze ausbreiten kann, daß aber dann der weiteren Pneumatisation der belastete Knochen Halt bietet.

Mit der verschiedenen Gestaltung der Kieferhöhle über den ersten und zweiten Molaren wird sich also auch die Wurzel formen ohne daß wir aus dem späteren Befund mit Bestimmtheit die Verhältnisse zur Zeit der Wurzelentwicklung berechnen können, da sich ja diese durch die Kieferhöhlenentwicklung wieder verändert haben.

c Der Einfluß der Kieferhöhle bei Prämolaren und Eckzähnen.

In einer ähnlichen Lage wie die Weißheitszähne befinden sich die oberen Prämolaren, beide am Rande der Kieferhöhle. Die auffallendste Krümmung ist hier eine mesiale Abbiegung, manchmal sogar Knickung. Da aber hier die Keime resp. Zähne keine derartige Wanderung wie die dritten Molaren machen, diese vielmehr fast senkrecht über der Durchbruchsstelle angelegt sind, läßt sich die Knickung nur auf folgende Weise erklären. Das Wurzelwachstum kann so lange in Richtung der Zahnachse vor sich gehen, bis der Zahn völlig durchgebrochen ist. Hierbei nehmen wir wie früher an, daß das jeweilige noch nicht abgeschlossene Wurzelende in seiner Lage stanionär im Kieferknochen ist, das Wachstum also durch den Durchbruch egalisiert wird. Erst nach beendetem Durchbruch muß nun die Wurzel in die Tiefe wachsen. Während der früheren Wurzelentwicklung konnte sich aber die Kieferhöhle nach mesial ausdehnen, sodaß nun die Wurzelspitze durch die Kieferhöhlenwand nach mesial abgebogen wird.

Für das Auftreten der hornartig abgebogenen oder korkzieherähnlichen Formen oberer Eckzahnwurzeln wäre

die starke Knochenanlage der Fossa canina auf der einen Seite, Nasen- und Kieferhöhle, auf der anderen Seite von Bedeutung. Da auch diese Formen in analoger Weise entstehen, erübrigt sich hierbei nochmals näher darauf einzugehen. Nur eines wäre noch nachzutragen; Die Wurzel hat immer das Bestreben, sich parallel der Zahnachse zu entwickeln. Sobald daher bei Krümmungen die ursächlichen Gründe also Widerstand oder Gegenkraft beseitigt oder nicht mehr vorhanden sind, sehen wir wiederum ein Zurückkehren zur Zahnachsenrichtung, wenn auch jetzt etwas distal oder mesial verschoben.

5 a b Der Einfluß des Mandibularkanals.

Welche Formen hierdurch entstehen, zeigt uns Abb. Nr. 8, die untere dritte Molaren wiedergibt. Für die unteren Molaren bildet der Mandibularkanal den Widerstand der allerdings weit konstanter ist und meistens besonders bei den letzten Molaren ohne Einfluß bleibt, weil der Kanal

Nr. 8

etwas buccal von der Wurzelspitze verläuft. Diese Lage aber ist nicht konstant, sie ist besonders betreffs der Höhe Schwankungen ausgesetzt. Verläuft der Mandibularkanal ziemlich hoch dem Alvoelarrand zu, etwa in Höhe des letzten Drittels bis Hälfte der Wurzel, so kommt er dadurch in Berührung mit der Epithelscheide, da ja die Wurzel hier noch einen ziemlich breiten bucco-lingual Durch-

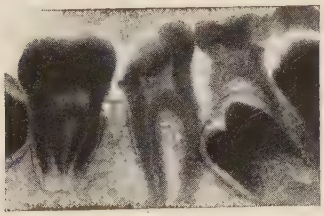
messer hat. Dabei gibt es nun zwei Möglichkeiten. Entweder umfaßt die Epithelscheide den Kanal, bei beendeter Wurzelentwicklung geht der Kanalis mandabularis durch die Wurzel, oder aber die Wurzel krümmt sich nach distal, läuft dem Kanal parallel. So sehen wir bei dem einen Molaren in Abb. 8 noch die Furche, die durch den Kanal verursacht ist. Da sich aber gegen das Ende die Wurzel verjüngt, der Kanal weiter buccal läuft, kehrt zum Schluß der Verlauf wieder in die normale Richtung zurück. wodurch die bajonettförmige Krümmung entsteht.

5aç Der Einfluß der Kanalis mentalis.

Für die Prämolaren ist der Kanalis mentalis die Ursache von häufigen Krümmungen, die allerdings nur das Wurzelende betreffen. Der erste Prämolar, der Kanalis mentalis zieht sich ja zwischen den beiden oder unter den beiden hin, wird infolgedessen nach mesial der zweite nach distal abgebogen sein.

5 aÞ Der Einfluß der Nachbarzähne.

Andere an den unteren Molaren auftretenden Krümmungen sind die Radix curvilinia-Lenhossék. Diese tritt prozentual am meisten bei den Sechsjahrmolaren, seltener bei den zweiten Molaren auf. Auffällig ist auch hier wiederum der Beginn des Richtungswechsels. Fällt er doch gerade in eine Zeit, in der die Krone des Prämolaren in gleicher Höhe mit dem Richtungswechsel der mesialen Wurzel des Nachbarzahnes liegt. Ist nun noch, wie in Abb. Nr. 9, die Durchbruchsrichtung der Prämolaren leicht nach distal gerichtet, so wird die Wahrscheinlichkeit dieser Ansicht weiter gestärkt. Während wir es in den früheren Fällen in der Hauptsache mit passiven Kräften, Widerständen zu tun hatten, tritt hier zum ersten Mal eine gegen die sich in normale Richtung entwickelnde Wurzel aktive Kraft



Nr. 9

auf. In gleicher Weise kann bei unteren Molaren die mesial gerichtete Durchbruchskraft des nächstfolgenden Zahnes die mesiale Krümmung der distalen Wurzel hervorrufen, weiter die des Eckzahnes die mesiale Krümmung der seitlichen unteren Schneidezähne.

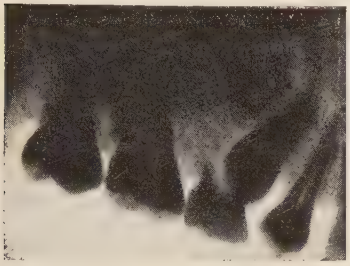
Nr. 10

In Abb. Nr. 10 fällt die distale Krümmung des seitlichen unteren Schneidezahnes auf. Die Zahnachsen der beiden Incisivi sind leicht gegeneinander geneigt, sodaß sie sich in einem Punkte der in der Nähe des Foramen apicale des mittleren Schneidezahnes liegt, treffen würden. Nun ist aber die Entwicklung des mittleren weiter fortgeschritten, d. h. seine Wurzelrichtung liegt bereits fest, während die Wurzel des seitlichen nach distal ausweichen muß.

5ac Der Einfluß von Tumoren, Cysten etc.

Außer der Durchhruchskraft eines Zahnes, die, gegen die Nachbarzahnwurzel gerichtet, eine Krümmung derselben hervorruft, können innerhalb des Kiefers noch weit stärkere Kräfte bei pathologischen Prozessen, den Tumoren und entzündlichen Neubildungen, entstehen. Die Wirkung dieser Kräfte auf den Keim resp. die sich entwickelnde Wurzel hat bereits Meyer in „Histologische Untersuchungen zum klinischen Bilde der Osteome" erwähnt Die Folgen sind je nach Richtung und Angriffspunkt der Kraft sowie der Entwicklungsstufe des Keimes verschieden. Die Keime des ersten Prämolaren und Eckzahnes sind in toto nach oben verlagert, die Kräfte griffen etwa an der Kaufläche an und waren parallel der Zahnachse gerichtet. Daraus ergibt sich weiter eine Stauchung der noch nicht völlig verkalkten Teile: „Ferner sieht man an den unteren Partien der Krone nach dem Zahnhalse zu Unebenheiten des Dentinkörpers. Man hat dabei direkt den Eindruck, als habe hier gewissermaßen eine Stauchung des Keimes gegen die Kortikalis stattgefunden. In dem anderen Falle war die Kraft wohl auch fast parallel der Zahnachse gerichtet. Ihr An-

griffspunkt war aber nicht mehr die Kaufläche, sondern die sich entwickelnde Wurzel die Kraft also um 180 Grad in ihrer Richtung gedreht. Die Folge ist eine Abknickung der Epithelscheide, sie wächst nicht mehr in die Tiefe, sondern hat sich umgeschlagen und umwächst nun die Keimpapille an ihrer Basis.



Nr. 11

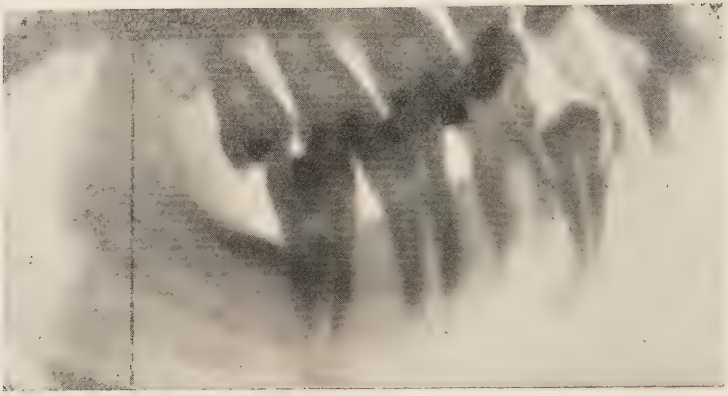
Ein anderes Beispiel zeigt Abb. 11. Es stellt den linken Oberkiefer einer etwa 15 jährigen Patientin dar, bei der sich gleichfalls eine Ostitis fibrosa entwickelte. Hier ist der Angriffspunkt der Kraft etwa in Höhe der halben Wurzel, die Richtung fast im rechten Winkel gegen die Zahnachse geneigt. Die Wurzel war hier bereits über die Hälfte präformiert.

B II 6 Die Krümmung von verlagerten und retinierten Zähnen.

Die pervers gelagerten retinierten Zähne in Abb. Nr. 5 lassen jede Krümmung vermissen, obwohl gerade bei den retinierten Zähnen Krümmungen am häufigsten vorkommen. Doch auch hier dürften dieselben Ursachen wie bei den normal durchgebrochenen zu Grunde liegen.

Abb. Nr. 12 zeigt uns als Zufallsbefund einen retinierten zweiten unteren Prämolaren. Die Retention ist bedingt durch Raummangel, der seinerseits sicher eine Folge der frühzeitigen Extraktion des zweiten Milchmolaren ist. Die Krone und die obere Wurzelhälfte sind normal ausgebildet.

In der unteren Hälfte liegt eine beinahe recktwinklige Krümmung, genauer das letzte Drittel ist im Winkel von fast 90 Grad nach distal abgebogen. Die Entstehung können wir uns folgendermaßen vorstellen. Der Keim war normal angelegt. Das Wurzelwachstum brachte die Krone in die Lage, in der sie uns das Röntgenbild zeigt.



Nr. 12

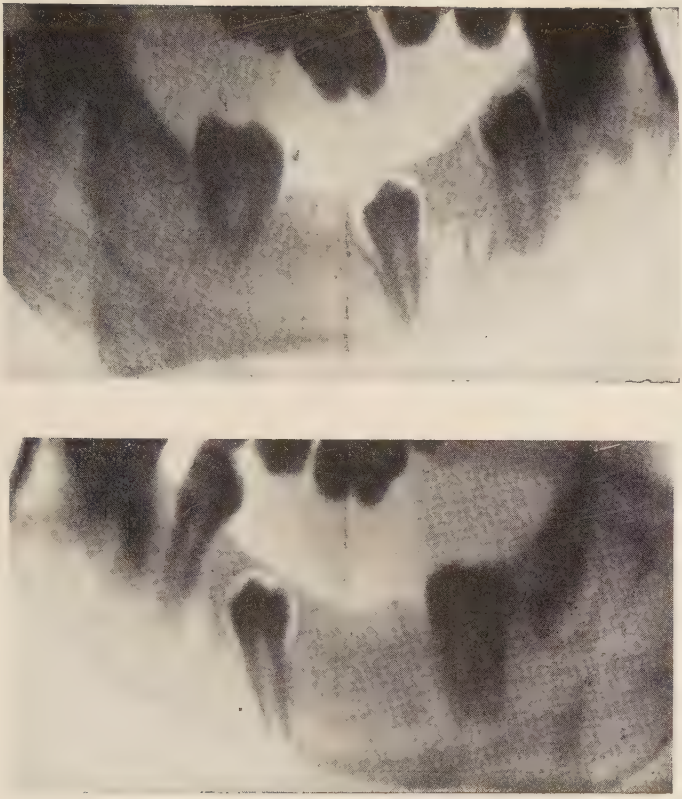
Da aber der Raummangel einen weiteren Durchbruch verhinderte, die Durchbruchskraft den Widerstand der beiden Nachbarzähne nicht überwinden konnte, begann das Tiefenwachstum der Wurzel. Hierbei traf die Epithelscheide zunächst auf den Kanalis mentalis, die Wurzel mußte nach distal ausweichen und schließlich, da als nächstes der Mandibularkanal im Wege stand im rechten Winkel nach distal umbiegen.

Nr. 13

Ein anderss Beispiel bringt Abb. Nr. 13. Es handelt sich um einen verlagerten seitlichen Schneidezahn. Die Wachstumsrichtung der Krone ist gegen die Wurzelspitze des Eckzahnes gerichtet. Die Krone wurde durch das Wurzelwachstum bis zum Eckzahn gedrängt.

Nachdem ihrem weiteren Vordringen durch denselben Halt geboten wurde, setzte das sogenannte Tiefenwachstum der Wurzel ein. Die Wurzel wuchs auf den mittleren Schneidezahn zu und mußte gemäß dem Kräfteparallelogramm sogar nach dem Alveolarrand zu ausweichen.

Zum Schluß möchte ich auf zwei Röntgenbilder kurz eingehen, die von einem etwa 13jährigen Kinde herstammen. Auffallend ist zunächst die Retention der Prämolaren und



Nr. 14

Molaren, weiter aber die großen Abstände dieser einzelnen Zähne. Die Bilder dürften für die Annahme eines Falles von Dysostosis-cleido-cranialis sprechen. Folgende Erwägungen veranlassen mich diesen Fall hier anzuführen. Bei der Begründung für die Krümmung der Wurzel setzte ich eine Kraft voraus, die den Zahn zum Durchbruch bringt. Erst wenn dieser Durchbruchskraft eine größere Gegenkraft entgegenwirkt, wird dieselbe in ihrer Richtung um 180 Grad gedreht, sie befördert das Tiefenwachstum der Wurzel. Setzen wir aber diese Kraft voraus, so muß auch der Angriffspunkt resp. Ausgangspunkt der Kraft auf einem genügend großen Widerstand ruhen. Die Durchbruchskraft

kommt also erst durch die Widerstandskraft zur Wirkung. Unsere Bilder zeigen nun die Retention der Zähne trotz fortgeschrittenem Wurzelwachstum und ohne erkennbarem anderen Widerstand. Daher liegt es nahe die Ursache in einer Veränderung der anderen Komponenten zu suchen. Die Durchbruchskraft ist dieselbe, ein größerer Widerstand oberhalb der Krone ist nicht erkennbar, wohl aber könnte sich die Widerstandskraft, die notwendig ist, um den Zahn zum Durchbruch zu bringen, geändert haben. Dies ist umso wahrscheinlicher, da bei dem Krankheitsbild, dem die Aufnahmen zugehören, auch die Kieferknochen Veränderungen erfahren. Auf eine andere Knochenstruktur weist auch der sagittale Abstand der Zähne hin. Die Wurzel wächst also, da sie im Kiefer nicht den genügenden Widerstand findet, um die Kronen zun Durchbruch zu bringen, nach unten. Gehe ich noch einen Schritt weiter, so möchte ich es nicht verwunderlich finden, daß trotz der fortgeschrittenen Wurzelentwicklung diese infolge des geringen Widerstandes jede Krümmung vermissen läßt.

Zusammenfassend soll also noch einmal festgestellt werden:

I. Wurzelform.

Für die Hauptbelastung stellt die gerade Wurzelform das Ideal dar. Diese Form ist durch die Anlage des Keims oder die Entwicklung der Krone gegeben, da die Epithelscheide die Richtung vorschreibt.

II. Durchbruchskräfte.

Durch das Wurzelwachstum enstehen Kräfte, die zunächst die Krone zum Durchbruch bringen. Nachdem der Zahn die Okklusionsstellung erreicht hat, wirken diese Kräfte am Wurzelende, sie befördern das Tiefenwachstum. Diese Durchbruchskräfte wirken gleichfalls in der geraden Zahnachsenrichtung.

III. Krümmungen.

Bei den Krümmungen unterscheiden wir

1. Krümmungen, entstanden vor dem Durchbruch des Zahnes,

2. Krümmungen, entstanden nach dem Durchbruch des Zahnes.

Die Krümmungen der I. Gruppe werden in der Hauptsache durch ein Trauma hervorgerufen, die Krümmungen der II. Gruppe durch Gegenkräfte oder Widerstände, die erst bei dem Tiefenwachstum der Wurzel auftreten.

IV. Arten der Kräfte.

Wir müssen unterscheiden zwischen aktiven und passiven Kräften. Zu den aktiven wären zu rechnen Kräfte, die durch die Entwicklung von Nachbarzähnen und Tumoren ausgelöst werden, zu den passiven die Widerstände, die Kieferhöhle, Mandibularkanal usw. bilden.

V. Ablenkung der Wurzelachse.

Die Ablenkung der Wurzelachse ergibt bei den aktiven Kräften die Resultante aus der geraden Wurzelachse und der auftretenden Gegenkraft, bei den passiven Kräften die Komponente nach dem Kräfteparallelogramm,

VI. Wurzelmerkmal.

Auch das Wurzelmerkmal gehört zu den Krümmungen, die durch aktive Kräfte hervorgerufen werden. Diese aktive Kraft ist in diesem Falle die haemodynamische. Ihre Größe ist solange fast bedeutungslos, als die Durchbruchskraft wesentlich stärker ist. Letztere aber verliert gegen Ende der Wurzelentwicklung ihren gesamten Wert, d. h. sie wird gleich Null und hier kann sich die haemodynamische Kraft durohsetzen. Somit ist es erklärlich, daß das Wurzelmerkmal erst am Apex stärker in Erscheinung tritt. Stärkere Kümmungen im Verlaufe der Wurzel können wir nicht mehr zum Wurzelmerkmal rechnen, da hier die hämodynamische Kraft nicht mehr die Ursache sein kann.

Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. W. Meyer spreche ich für Überlassung dieses Themas, für die freundliche Unterstützung bei der Anfertigung dieser Schrift sowie für die Übernahme des Referates meinen ergebensten Dank aus.

Literatur-Verzeichnis.

Schroeter: Zur Entstehung der Zahnwurzelform. Dtsch. Viertelj. Zeitschr. für Zahnheilk. Heft 3 1929

Baume: Dtsch. Viertelj. Zeitschr. f. Zahnheilk. 1873 und Lehrbuch der Zahnheilk. 1877

Buntschli: Die menschlichen Kieferwerkzeuge in verschiedenen Eiterzuständen. Verhandlg. der anatom. Ges. a. d. 35. Versammlung in Freiburg 1926

von Bonsdorff: Untersuchungen über Maßverhältnisse des Oberkiefers mit spezieller Berücksichtigung der Lagebeziehungen zwischen den Zahnwurzeln und der Kieferhöhle. — Finska Tandläkare Sällskapets Förhandlingar 1925 Nr. 31

Brunn: Über die Ausdehnung d. Schmelzorgane u. seine Bedeutung für die Zahnbildung. Archiv f. mikr. Anatom. XXXIV 1887

Cohlemann: Spontane Zahnfraktur. — Journ. Brit. D. Ass. Ref. D. M. f. Z. 1883

Dietek: Dentinneubildung von seiten der durch eine Zahnfraktur freigelegten Pulpa nebst zwei anderen kasuistischen Mitteilungen. Dtsch. odont. Ges. 2. Bd. H. 3 1891

Dolamore: Concernierung the Misplacement of teeth. in relation to the Deformities the Dental arches. — The Dental Magazine Vol. XI II Nr. 7 1925

v. Ebner: Histologie der Zähne mit Einschluß der Histogenese. — Scheff Handb. der Zahnheilk. 1910 I. Bd.

Eichler: Frakturen und Luxationen. — Scheff Handb. d. Zahnheilk. 1910 II. Bd.

Fricke: Bruch eines mittleren Schneidezahnes. — Dtsch. Viertelj.-Zeitschr. für Zahnheilk. 1861 I. Bd. pag. 226

Gottlieb: Frakturen und Luxationen der Zähne. — Scheff Handb. der Zahnheilkd. herausgegeb. von Pichler III. Bd. 1927

Greve: Wurzelperforationen und Zahnfrakturen. Dtsch. Zahnhlkd. 1912 Heft 25

Hentze: Kallusdentin. — Odontol. Blätter 7. Jahrg. Nr. 13 Ref. D. M. f. Z. 1905 H. 8

Hertz: Ein Fall von geheilter Fraktur mit nachfolgender Schmelzbildung. — Virchows Archiv 1867 Bd. 38

Hohl: Über Zahnfrakturen. Dtsch. Viertelj.-Zeitschr. f. Zahnhlkd. 1870 S. 181

Kampf: Ist die Intensität des Kaudrucks für die oberen u. unteren Zähne die gleiche? Zahnärztl. Rundschau 1927 Nr. 21

Kellner: Ein Fall von bukkaler Knickung der Wurzelspitze eines palatinal verlagerten Zahnes. — D. M. f. Zhlkd. 1926 H. 1

Kreisler: Geheilte Zahnfraktur. — Österr.-Ung. V. f. Z. 1906 H. 1

Landsberger: Was ist im biologischen Sinne der Alveolarfortsatz? Dtsch. M. für Zahnhlkd. 1926 Nr. 13

Lenhossêk v.: Makroskopische Anatomie. — Scheff Handbuch der Zahnhlkd. I. Bd. 1922

Mayer: Verlagerter zurückgehaltener Eckzahn. — Z. Rdsch. 1920 Nr. 45

v. Metnitz: Osteodentin, Vasodentin, Abszeßhöhlen im Dentin. — Wien, zahnärztl. Monatssch. 1913 H. 4
Meyer: Ist das Foramen apicale stationär? D. M. f. Z. 1927 S. 1016
Miller: Über Selbstheilung der Pulpa. D. M. f. Z. 1903 S. 445
Mühlreiter: Anatomie des menschlichen Gebisses. 1920
Oehrlein: Entwicklungsgeschichte und Histogenese. Fortschr. der Zahnhlkd. 1925 Lfrg. 3
Oppel: Über die gestaltliche Anpassung der Blutgefäße unter Berücksichtigung der funktionellen Transplation. Mit einer Originalbeigabe von Prof. W. Roux; enthaltend seine Theorie der Gestaltung der Blutgefäße einschließlich des Kollateralkreislaufes. Vorträge und Aufsätze über Entwicklungsmechanik d. Organismen. Herausgeb. Prof W. Roux, 1910 H. 10
M'Quillen: Dilaceration or flexion of the crown of a left superior central incisor. The Dental Cosmos 1874
Robinsohn: Versuch einer einheitlichen morphobiologischen Erklärung des normalen und pathologischen Wachstums der Zähne und des Kiefers. Z. f. Stom. 1924 H. 5
Roux: Über die Verzweigungen der Blutgefäße. Jenaische Ztschr. für Naturwissensch. 1878
Salter: Dental Pathologie and Surgery, zitiert nach Grady.
Sauer: Dentinneubildung bei einer Zahnfraktur beobachtet. Berl. klin. Wochenschr. 1867
Schaffer: Lehrb. der Histologie und Histogenese. 1922
Scheuer: Ein Beitrag zur Kenntnis der Infraktion der Zähne. Österr. Ung. V. f. Z. 1914 H. 3
Schmidt: Die Dilazeration der Zähne nebst einem neuen Fall mit beträchtlicher Kallusbildung. I. D. Tübingen 1920
Schröder: Das Wurzelmerkmal. D. M. f. Z. 1926 H. 3
Sponer: Die Aetiologie abnormer Wurzelkrümmungen mit besond. Berücksichtigung traumatischer Einflüsse während der Entwicklung in der Literatur sowie einiger einschlägiger Fälle. Dtsch. Viertelj.-Ztschr. für. Zahnchir. Bd. V. H. 4 1923
Sternfeld: Anomalien der Zähne. Scheff Hdb. d. Zhlkd. Bd. 1 1909
Tomes: A course of lectüre on Dental Physiology and Surgery, 1848 pag. 188 bis 191
Valenthin: Handwörterbuch der Physiologie 1842 pag. 731
Walkhoff: Der Unterkiefer der Antropomorphen und des Menschen in seiner funktionellen Entwicklung und Gestaltung. Selenka, Menschenaffen. 1902 4. Lfg.
Waltsgott: Über Dilazeration von Zähnen sowie Knickungen und Krümmungen von Wurzeln, nebst einer Hypothese über den mitbestimmenden Einfluß der Arteria manbidularis auf die Bildung des Wurzelmerkmales an unteren Molaren. I. D. Halle 1923
Wedl, Karl: Zwei Fälle von geheiltem Bruch von Zähnen. D. V. f. Z. 1867 H. 7
derselbe: Über Knickungen und Drehungen an den Kronen und Wurzeln der Zähne. D. V. f. Z. 1867 pag. 247
derselbe: Über den Heilungsvorgang beim Bruch des Zahnes. Wochenbl. d. Ztschr. d. Ges. d. Ärzte i. Wien XXII. Jahrg. 1866

derselbe: Pathologie der Zähne. Herausgeg. v. Metnit & Wunschheim 1901
Wetzel: Lehrb. der Anatomie für Zahnärzte 1920
Willinger: Zähne und Trauma. Dtsch. Zhlkd. 1911 H. 16
Wunschheim: Frakturen, Infrakturen und Knickungen der Zähne. Österr. Ung. V. f. Z. 1904 S. 45
Zuckerkandl: Makroskopische Anatomie. Scheff Handb. d. Zhlkd. I. Bd. 1909
Euler-Meyer: Pathohistologie der Zähne. 1927
Port-Euler: Lehrbuch der Zahnheilkunde. 1929
W. Meyer: Histologische Untersuchungen zum klinischen Bilde der Osteome. Dtsch. zahnärztl. Wochenschr. 1929 S. 297
derselbe: Beitrag zur traumatischen Schädigung von Zahnkeimen. D. M. f. Z. 1924 S. 497
Oehrlein: Über den Durchbruch der Zähne. Dtsch Zhlkd. H. 59
Richter Elisabeth: Der Einfluß von Milchzahntraumen auf die bleibenden Zähne. I. D.
Welleminski: Wirkung exspiratorischer Vorgänge auf die Nebenhöhlen der Nase. Monatsschr. f. Ohrenheilk. 1927 S. 635
Wessely E.: Die Luftdruckverhältnisse in den Nebenhöhlen der Nase. Monatsschr. f. Ohrenheilk. u. Lar. Rhinol 1921
Grünwald: Deskriptive und topographische Anatomie der Nase und ihrer Nebenhöhlen.
Orbán: Entwicklungsgeschichte und Histogenese. Fortschr. d. Zahnhlkd. 1927 Lfg. 9
derselbe: Entwicklung und Wachstum der Zahnleiste und Zahnkeime. Z. f. Anatom. u. Entwicklg.-Gesch. 85. Bd. H. 5 u. 6
Onodi: Die Nebenhöhle der Nase. Wien 1905.
Eichler: Mechanismus des Durchbruchs der Zähne. Scheff Hdb. d. Zahnheilk.
Eichler: Wurzelbildung und Wurzelwachstum Scheff Hdb. d. Zahnheilk.

Ich wurde am 28. Dezember 1901 zu Breslau als Sohn des Kaufmanns Siegfried Philippsberg und ſeiner Gemahlin Regina geb. Tiſchler geboren. Ich beſuchte zunächst die Volksſchule, von 1912—1921 das Gymnaſium zu St. Eliſabet und erhielt Oſtern 1922 am Johannes-Gymnaſium das Zeugnis der Reife. Von Herbſt 1922 bis Oſtern 1924 ſtudierte ich an der Techniſchen Hochſchule Maſchinenbau, war von Oſtern 1924 bis Oktober 1926 in verſchiedenen Maſchinenfabriken tätig. November 1926 wurde ich in der mediziniſchen Fakultät der hieſigen Friedrich-Wilhelms-Univerſität immatrikuliert, beſtand im Herbſt 1927 die zahnärztliche Vorprüfung und am 7. Mai 1929 das zahnärztliche Staatsexamen Ich bin preußiſcher Staatsangehöriger.

Kurt Philippsberg,
Zahnarzt.

Buchdruckerei Otto Muſil, Königszelt